



UNIVERSITY
OF OULU

**Näkövammaisen käyttäjän kohtaamat haasteet
verkkopalveluiden käytön yhteydessä
käytettävyyden ja tietoturvan näkökulmista ja
ratkaisumahdollisuuksia**

Oulun yliopisto
Tietojenkäsittelytiede
Kandidaatintutkielma
Jasmin Leppiniemi
2023

Tiivistelmä

Tutkielman tarkoituksena oli koota tietoa näytönlukijaan turvautuvien Internetin käyttäjien kokemista ongelmista heidän asioidessaan verkkosivustoilla, mistä ne johtuvat ja miten saavutettavuutta voi parantaa. Lisäksi tutkielma otti kantaa riittämättömän saavutettavuuden vaikutukseen tietoturvaan. Tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, johon valitut 21 empiiristä artikkelia etsittiin Google Scholarista. Empiiristen tutkimuksen lisäksi kirjallisuuskatsauksen tueksi valittiin lähteitä, jotka eivät ole hyödyntäneet empiiristä tutkimusta. Sellaisia lähteitä olivat teokset, jotka käsittelivät aihetta yleisluontoisesti tai pelkän kirjallisuuskatsauksen avulla ilman, että omaa tutkimusta oli tehty. Empiiriseksi tutkimukseksi laskettiin kyselyn tai haastattelun toteutus tai käyttäjien havainnointi jossain yhteydessä.

Selvisi, että suurimpia ongelmia näkövammaisille Internetin käyttäjille ovat vaihtoehtoisten kuvauksien puuttuminen verkkosivun elementeistä, elementtien epäseltä tai puuttuva otsikointi sekä elementtien sekava asettelu tai asettelun epähierarkkisuus. Ongelmia aiheuttavat myös näytönlukijan luettavissa olevan palautteen puute käyttäjän suorittaessa toimintoa tai toiminnon. Tietoturvaan liittyvät ongelmat koskivat lähinnä sitä, että käyttäjät saattavat huonon saavutettavuuden takia joutua pyytämään ulkopuolisen apua arkaluontoisia tietoja sisältävän palvelun käytössä tai heillä ei ole keinoja tunnistaa verkkosivuston epäluotettavuutta. Moni saavutettavuusongelma olisi ratkaistavissa paremmalla WCAG-standardien noudattamisella ja web-kehittäjien kouluttamisella. Esteenä sille saattavat kuitenkin olla ajan tai asiakas- tai kehittäjäorganisaation kiinnostuksen puute. Toisaalta saavutettavuusongelmia voi korjata lainsäädännön keinoin. Tietoturvan erityisesti huomioon ottavien saavutettavuusstandardien luonnille on myös tarve.

Tutkielma toi tietoa siitä, mitä ongelmia näkövammaiset käyttäjät kokevat käyttäessään verkkosivustoja ja miten ongelmiin voisi puuttua. Se ei kuitenkaan tarjoa täydellistä katsausta saavutettavuusongelmiin ja niiden ratkaisuun, vaan keskittyy valittujen lähteiden referointiin. Tuloksia voivat hyödyntää verkkosivustojen kehityksessä työskentelevät ICT-alan ammattilaiset.

Avainsanat

saavutettavuus, näkövammaiset käyttäjät, sokeat käyttäjät, Internet, WWW-sivustot, WWW-palvelut, web-kehitys, verkkosivustot, verkkopalvelut, verkkopalveluiden saavutettavuus, tietoturva, sokeus, näkövammaisuus, kirjallisuuskatsaus

Ohjaaja

Yliopistonlehtori Mikko Rajanen

Käsitteet

Heikkonäköinen: Näkövamman luokka. Osa heikkonäköisistä ihmisistä ei näe lukea, ja osa heistä näkee lukea ja kirjoittaa apulaitteiden avulla esimerkiksi silloin, kun tekstiä suurentaa tarpeeksi.

Näkevä henkilö: Henkilö, jolla ei ole näkövammaa.

Näkövamma; näkövammainen: Henkilö, jonka näkökykyä haittaava vamma on sillä tasolla, että hän turvautuu Internetiä selatessaan näytönlukijaan.

Näytönlukija: Internetin käyttöön suunniteltu apuväline, joka toistaa sivuston sisällön käyttäjälle ääneen.

Saavutettavuus: Digitaalisten palveluiden esteettömyys. Hyvä saavutettavuus auttaa erityisesti käyttäjiä, joilla on jokin vamma tai toimintarajoite, käyttämään digitaalista palvelua heidän informaation tarvettaan tyydyttävällä tavalla.

WAI-ARIA: Accessible Rich Internet Applications Suite. Joukko suosituksia, jotka tähtäävät dynaamisen verkkosisällön ja HTML- ja JavaScript-pohjaisilla tai vastaavanlaisilla tekniikoilla kehitettyjen edistyneiden käyttöliittymätoimintojen saavutettavuuden parantamiseen vammaisille ihmisille.

WCAG: Web Content Accessibility Guidelines, suom. Verkkosisällön saavutettavuusohjeet. Joukko suosituksia, jotka tähtäävät verkkosisällön saavutettavuuden parantamiseen ihmisille, joilla on vammoja, rajoitteita tai oppimisen ja ymmärtämisen ongelmia.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	2
Käsitteet.....	3
Sisällysluettelo	4
1. Johdanto.....	5
2. Tutkimusmenetelmät	7
3. Aiempi tutkimus	9
3.1 Verkkokauppojen saavutettavuus	9
3.2 Kirjastojen, yliopistojen ja julkisten tahojen verkkosivustojen saavutettavuus	9
3.3 Sosiaalisen median palveluiden saavutettavuus ja riittämättömän saavutettavuuden sosiaaliset vaikutukset.....	11
3.4 Riittämättömän saavutettavuuden vaikutukset tietoturvaan	12
3.5 Saavutettavuuden parantaminen	13
3.5.1 Ymmärryksen lisääminen	13
3.5.2 Muutokset kehitystyössä	14
3.5.3 Lainsäädäntö	15
4. Pohdinta ja työn merkitys.....	17
5. Johtopäätökset	20
Lähteet.....	22

1. Johdanto

Tutkielmassa tarkastellaan verkkosivustojen saavutettavuutta näkövammaisten käyttäjien näkökulmasta seuraavan tutkimuskysymyksen kautta: Mitä haasteita näkövammaiset käyttäjät kohtaavat käyttäessään verkkosivustoja ja mistä ne johtuvat? Kysymystä tutkitaan analysoimalla käyttäjien kokemuksia jo olemassa olevien, empiiristen tutkimusten pohjalta. Tutkielman aihealueeksi rajataan kaikki verkkosivustot. Mobiili- ja tietokonesovellukset jäävät aihealueen ulkopuolelle samoin kuin muiden kuin Internetiä selatessaan näytönlukijaan turvautuvien käyttäjien kokemukset saavutettavuudesta ja käytettävyydestä.

Tutkielma on tärkeä siksi, koska sen aihe liittyy olennaisesti verkkosivustojen käytettävyyteen ja saavutettavuuteen sokeiden käyttäjien kannalta. Jopa 80 % digimaailman saavutettavuusongelmista liittyy sokeisiin ihmisiin (Gilbert, 2019). Se puolestaan koskettaa isoa osaa väestöstä, sillä maailmassa oli vuosina 2019–2020 arviolta 285–295 miljoonaa ihmistä, joilla oli keskivaikea tai vaikea näkövamma. Näkövammaiset saattoivat muodostaa tuolloin väkiluvusta jopa 3,7 %. (The International Agency for the Prevention of Blindness [IAPB], 2023 & Vision Australia, 2019). Vastaavasti Suomessa oli vuonna 2021 noin 5,5 miljoonaa henkilöä (Tilastokeskus, 2022), joista 55 000 oli vähintään heikkonäköisiä (Näkövammaisten liitto [NKL], 2021).

Internetin käyttäjien määrä on kasvanut vuosi vuodelta jatkuvasti, ja kasvun odotetaan jatkuvan. Internetiä käytti vuonna 2023 jo arviolta 5,16 miljardia henkilöä, eli 64,4 % maailman väkiluvusta (Datareportal, julkaisuaika tuntematon). Myös yhä useampi valtio siirtää palveluitaan verkkoon ja ajaa samalla myös näkövammaiset kansalaisensa käyttämään niitä (Renaud, 2021). Voi olettaa, että sama prosenttimäärä eli 64,4 % kaikista maailman näkövammaisista haluaa käyttää Internetiä, koska se kuuluu heidän kulttuuriinsa. Sen logiikan mukaan suomalaisistakin Internetin käyttäjistä noin 1 % olisi siis vähintään heikkonäköisiä.

Vuoteen 2023 mennessä verkossa ovat julkistakin puolta myöten lähes kaikki palvelut. Eri sosiaalisen median palveluilla on niin paljon vaikutusvaltaa, että se heijastuu populaarikulttuuriin ja siihen, miten ihmiset viettävät vapaa-aikansa (Lazar ym., 2007). Jotta näkövammaiset ihmiset voivat osallistua yhteisönsä toimintaan itsenäisesti ja täydellisesti, on tärkeää, että sekä julkiset että yksityiset toimijat panostavat verkkopalveluidensa saavutettavuuteen. Sekä julkisen että yksityisen puolen verkkosivustojen saavutettavuutta säätelemään ja parantamaan pyrkiviä lakeja on säädetty Barricellin ym. (2021) tekemän kirjallisuuskatsauksen perusteella lähinnä länsimaissa jo vuodesta 1992 lähtien. Tällaisia lakeja ovat säätäneet Kanada, Yhdysvallat, Australia, Uusi-Seelanti, Israel ja Yhdistyneet Kuningaskunnat. EU-alueella astui voimaan vuonna 2016 saavutettavuusdirektiivi, joka sanktion uhalla velvoittaa julkispalvelut varmistamaan verkkosivustojensa saavutettavuuden (Euroopan komissio, julkaisuaika tuntematon).

Useissa tutkimuksissa on käynyt ilmi, että sokeat käyttäjät joutuvat näkemään kohtuuttoman suurta vaivaa suorittaakseen toimintoja verkkosivuilla, tulkitakseen niiden antamia viestejä, tutkiakseen sivuston tarjontaa ja löytääkseen sieltä tarvitsemansa informaation (Babu & Xie, 2017). Saavutettavuusongelmat ovat pysyneet samoina jo vuosia, koska vielä vuonna 2007 raportoitiin samanlaisista ongelmista (Lazar ym., 2007) Huono saavutettavuus saattaa aiheuttaa turhautumista ja haluttomuutta käyttää sivustoa, eikä käyttäjä ei välttämättä pääse hyödyntämään sivuston kaikkia mahdollisuuksia. Dasin ym. (2019) tutkimuksen mukaan saavutettavuuden puute saattaa aiheuttaa jopa

työmahdollisuuksien menetyksen, kun näkövammaisen työnhakija ei pysty käyttämään samoja ohjelmia kuin muut työntekijät. Toisaalta töissä käytettävien työkalujen vähäinen saavutettavuus voi aiheuttaa näkövammaisen työntekijän suorituskyvyn laskua, kun hänen työaikaansa kuluu työkalujen tehottomaan käyttöön.

Sivustojen saavutettavuudesta on tehty useita tapauskohtaisia tutkimuksia ja käyttäjäkyselyihin perustuvia tutkimuksia. Babun ja Xien (2017) tapauskohtaisessa tutkimuksessa selvisi, että puuttuvat vaihtoehtoiset kuvaukset multimedialle ja puuttuvat otsikot linkeille, toiminnoille ja osioille olivat erityisiä ongelmakohtia tutkimuksen kohteessa olleessa järjestelmässä. Ilman kuvauksia ja otsikoita näytönlukija ei osaa tulkita käyttäjälle sisältöä ymmärrettävällä tavalla.

Aiemmista tutkimuksista on käynyt ilmi, että näkövammaiset ihmiset haluavat käyttää sosiaalisen median palveluita samoista syistä kuin näkevätkin ihmiset ja että he kokevat sen olevan osa kulttuuriaan (Voykinska ym., 2016). Loureiro ym. (2015) löysivät kuitenkin tutkimuksessaan Facebookista, Twitteristä ja LinkedInistä useita saavutettavuusongelmia. Vastaavasti myös kirjastopalveluiden ja yliopistojen sivustoilla on paljon saavutettavuusongelmia, mikä asettaa näkövammaiset ihmiset epäsuotuisampaan asemaan tiedonhaun ja korkeakoulutuksen hankkimisen suhteen (Yoon ym., 2016, Al-Meraj ym., 2021, Akgül, 2021 & Máñez-Carvajal ym., 2021). Jotkut käyttäjät ovat puolestaan joutuneet tai joutuvat säännöllisesti pyytämään ulkopuolisen apua arkaluontoista tietoa sisältävän palvelun käytössä, mikä on selvä tietoturvariski (Wentz ym., 2017 & Hayes ym., 2019). Näkövammaisilla käyttäjillä ei myöskään ole samaa mahdollisuutta arvioida sivuston turvallisuutta ja luotettavuutta visuaalisesti kuin näkeville käyttäjillä (Renaud, 2021), eivätkä näytönlukijat tunnista verkkosivustoille toisinaan ilmestyviä huijausmainoksia, jotka saattavat sisältää esimerkiksi haittaohjelman (Hayes ym., 2019).

Moni saavutettavuusongelma olisi ratkaistavissa paremmalla WCAG-standardien noudattamisella (Zitkus ym., 2016, Gonçalves ym., 2018 & Yoon ym., 2016). Toisaalta ongelmien ratkaisu saattaa piillä myös asenteiden muuttamisessa ja tiedon lisäämisessä. Verkkosivujen suunnittelijoiden mukaan yksi saavutettavien verkkosivustojen suunnittelun suurimmista haasteista on asiakkaan tai organisaation puuttuva kiinnostus hyvälle saavutettavuudelle (Antonelli ym., 2018). Erään Dasin ym. (2019) haastatteleman näkövammaisen työntekijän mukaan saavutettavuudella ei ole työpaikoilla hyvä maine, vaan se nähdään ylimääräisenä työnä ja rahan- ja ajankuluna. Toisaalta toinen haastateltava mainitsi, että saavutettavien käytäntöjen käyttöönotto työpaikalla on näkeville kollegoille helpompaa sietää, kun he muistavat, että he tekevät sen muiden ihmisten mukaan ottamisen vuoksi.

Tutkielma kokoaa yhteen tietoa yleisimmistä saavutettavuusongelmista verkkosivustoilla ja ehdottaa muutaman keinon, joilla sivustojen saavutettavuutta voitaisiin parantaa. Se ottaa myös lyhyesti kantaa riittämättömän saavutettavuuden vaikutuksista tietoturvaan. Kerätystä tiedosta on hyötyä verkkosivustojen kanssa työskenteleville alan ammattilaisille. Ensimmäinen luku avaa tutkielmassa käytettyjä käsitteitä, toinen luku tutkimusmenetelmiä ja kolmas luku aiheesta aiemmin tehtyä tutkimusta. Neljännessä luvussa pohditaan työn tuloksia ja merkitystä ja viides luku kokoaa johtopäätökset tutkielman tuloksista.

2. Tutkimusmenetelmät

Tämä tutkielma on kirjallisuuskatsaus; omaa tutkimusta ei tehty, vaan analysoitiin käyttäjien kokemuksia jo olemassaolevien lähteiden pohjalta. Työtä varten haluttiin vähintään 20 empiiristä tutkimusta sisältävää lähdettä. Oheinen taulukko (Taulukko I) avaa niitä ehtoja, joiden mukaan nuo lähteet valittiin. Loppujen lopuksi päädyttiin valitsemaan 22 empiiristä tutkimusta sisältävää lähdettä ja lisäksi ei-empiiristä tutkimusta sisältäviä lähteitä, jotka liittyivät näkövammaisuuteen tai saavutettavuuteen. Empiiriseksi tutkimukseksi laskettiin kyselyn tai haastattelun toteutus tai käyttäjien havainnointi jossain yhteydessä. Muita lähteitä olivat teokset, jotka käsitelivät saavutettavuutta yleisluontoisesti tai pelkän kirjallisuuskatsauksen avulla ilman, että empiiristä tutkimusta oli tehty.

Näkövamma voi ilmetä monella eri tavalla, mutta pääpainona tässä kirjallisuuskatsauksessa ovat sokeat tietokoneen käyttäjät ja muut näkövammaiset käyttäjät, jotka ovat verkkosivujen selaamisessaan riippuvaisia näytönlukijasta. Myös lähdemateriaali on valittu samoja ehtoja noudattaen. Paperit silmäiltiin läpi ja valittiin lähteiksi, jos ne olivat sisältönsä puolesta sopivia ja kokonaisuudessaan saatavilla joko vapaasti tai Oulun yliopiston e-kirjaston kautta.

Paperit valittiin sen perusteella, oliko tutkimus niissä empiiristä ja liittyikö se näkövammaisten käyttäjien verkkosivustolla kokemiin haasteisiin heidän käyttäessään sivustoa.

<i>Valitaan</i>	<i>Ei valita</i>
Lähteessä on toteutettu myös empiirinen tutkimus (kysely, haastattelu, havainnointi)	Lähteessä ei ole toteutettu omaa empiiristä tutkimusta (kysely, haastattelu, havainnointi): toteutettu pelkkä kirjallisuuskatsaus
Lähde julkaistu vuonna 2015 tai sen jälkeen	Lähde julkaistu ennen vuotta 2015
Saatavilla vapaasti tai Oulun yliopiston e-kirjaston kautta	Lähde ei saatavilla edes Oulun yliopiston e-kirjaston kautta
Lähde käsittelee näkövammaisia, jotka selaavat verkkosivustoja näytönlukijalla; lähde käsittelee sekä näytönlukijaa käyttäviä näkövammaisia että jotain muuta apuvälinettä käyttäviä näkövammaisia	Lähteen käsittelemät näkövammaiset eivät hyödynnä näytönlukijaa; lähde käsittelee värisokeita käyttäjiä
Lähde liittyy verkkosivustoihin	Lähde liittyy mobiilisovelluksiin
Lähde liittyy saavutettavuuteen näkövammaisuuden näkökulmasta	Lähde ei liity saavutettavuuteen tai näkövammaisuuteen; lähde koskettaa saavutettavuutta, mutta ei näkövammaisten näkökulmasta; lähde

Lähde liittyy näkövammaisten kokemuksiin haasteisiin	käsittelee näkövammaisia, mutta ei mitenkään sivua saavutettavuutta Lähde ei sivua näkövammaisten kokemia haasteita
--	--

Taulukko I. Ehdot sille, valitaanko tarkasteltu lähde työhön.

Lähdekirjallisuus etsittiin Google Scholarista hakulauseilla “website AND blind AND challenges”, “website AND blind AND (challenges OR problems OR difficulties OR usability)”, “blind AND website AND user AND security AND (danger OR risk OR challenge)” ja “(blind user) AND website AND security AND accessibility”, ja tulokset rajattiin kattamaan aikaisintaan vuonna 2015 julkaistut paperit, jotta tutkielma kattaisi riittävän ajankohtaista tutkimusta. Ennen tutkielman kirjoitustyön alkua arveltiin, että siten tutkielma loisi totuudenmukaisen kuvan tämänhetkisten verkkosivustojen käytettävyydestä sokeille käyttäjille. Eri hakulauseet voisivat tuottaa lisää tutkielman kannalta hyödyllisiä tuloksia.

3. Aiempi tutkimus

Saavutettavuus tarkoittaa digitaalisen palvelun esteettömyyttä. Näkövammaiset Internetin käyttäjät ovat erityisen heikossa asemassa sen suhteen, saavatko he haluamansa tehtävät suoritettua, sillä he selaavat Internetiä usein näytönlukijan kanssa. Kaikki suunnitteluratkaisut verkkosivulla eivät kuitenkaan toimi hyvin näytönlukijan kanssa. Rodríguez Vásquezin (2015) käyttäjät saattavat jopa syyttää sivuston saavutusongelmista huonon suunnittelun sijaan näytönlukijaansa. Toisaalta näkövammaisen käyttäjä saattaa uskoa, että sivusto kyllä on suunniteltu huonosti, mutta että kaikki muutkin käyttäjät kokisivat sivustoa käyttäessään samanlaisia ongelmia kuin näytönlukijaa käyttävä käyttäjä (Bigham ym., 2017).

Sivustojen saavutettavuudesta näkövammaisen käyttäjän näkökulmasta on tehty paljon tapauskohtaisia tutkimuksia, jotka on jaettu tässä tutkielman osiossa alan mukaan. Viimeinen osio käsittelee saavutettavuuden parantamiseen liittyviä aiheita.

3.1 Verkkokauppojen saavutettavuus

Carvalho ym. (2018) löysivät käyttäjätestauksen avulla useita saavutettavuusongelmia eri verkkokauppojen sivuilta. Riittämätön palaute toiminnon suorittamisen jälkeen tai toimintoa suorittaessa sekä vaihtoehtoisten kuvausten puuttuminen olivat yleisimmät ilmoitetut ongelmat. Lisäksi testaajat ilmoittivat elementeistä, joiden toiminnallisuus oli epäselvä, epäjohdonmukaisesta sisällön järjestyksestä ja painikkeiden epäselvästä kuvauksesta.

Toisessa tutkimuksessa löydettiin verkkokaupan alan sivustoilta useita ongelmakohtia, jotka eivät noudata WCAG 2.0 -standardia. Sivusto ei tarjonnut palautetta, kun käyttäjä suoritti toiminnon, navigoi sivulla tai oli suorittamaisillaan toiminnon. Heuristisen arvioinnin aikana löydettiin vain visuaalisen estetiikan takia sivustolla olevia elementtejä, liian pieniä kuvia, verkkokaupan kontekstissa vaikeasti ymmärrettäviä sanoja sekä elementtejä, jotka häiritsivät käyttäjän keskittymistä tehtävään. Linkeissä ei ollut kuin visuaalinen tieto siitä, oliko käyttäjä jo vierailut linkissä. Käyttäjätestauksen aikana testaajilla oli vaikeuksia suorittaa tehtäviä pääasiassa puutteellisten otsikoiden tai vaihtoehtoisten kuvausten takia (Gonçalves ym., 2018).

3.2 Kirjastojen, yliopistojen ja julkisten tahojen verkkosivustojen saavutettavuus

Kirjastojen verkkosivut ovat erityisen tärkeitä henkilöille, jotka ovat epäedullisessa asemassa tiedon saatavuuden kannalta. Esimerkiksi näkövammaiset ihmiset kuuluvat tuohon ihmisryhmään. Tyypillisesti kirjastojen verkkosivut eivät kuitenkaan ole saavutettavia vammautuneille käyttäjille (Yoon ym., 2016).

Ylivoimaisesti suurin osa Sharman (2015) tutkimukseen vastanneista näkövammaisista henkilöistä ilmoitti kokevansa joskus ongelmia käyttäessään kirjastonsa verkkojärjestelmää apuvälineen kanssa. Valtaosa vastaajista oli sitä mieltä, että grafiikan, mainosten ja hyperlinkkien vähentäminen oli seikka, jonka verkkosivujen suunnittelijoiden tulisi huomioida. Toiseksi tärkein vaatimus vastaajien mielestä oli tekstisisällön yksinkertainen, luettava ja ymmärrettävä tyyli.

Yoonin ym. (2016) tutkimus tarkasteli kolmen kirjaston verkkosivustoa. Sokeilla osallistujilla oli vaikeuksia käyttää sivustoja. Isoimmat vaikeudet syntyivät huonosti

otsikoiduista linkeistä, elementtien vaikeasta järjestyksestä, katalogin hakukäyttöliittymän huonosta sekvensoinnista ja järjestelmän ei-hierarkkisesta rakenteesta. Babu ja Xie (2017) löysivät samanlaisia ongelmia tutkimastaan kirjastojärjestelmästä. Erityisiä ongelmakohtia olivat puuttuvat vaihtoehdot kuvaukset multimedialle ja puuttuvat otsikot linkeille, toiminnoille ja osioille olivat erityisiä ongelmakohtia tutkimuksen kohteessa olleessa järjestelmässä.

Csontosin ja Hecklin (2021) tutkimuksesta kävi ilmi, että ainakin julkisten tahojen verkkosivustojen saavutettavuusstandardeissa saattaa olla eroja myös eri maiden välillä. Ainakin Unkarissa on saavutettavuuden suhteen ainutlaatuinen käytäntö: kehittäjät tekevät erillisiä verkkosivustoja, joiden on tarkoitus olla paremmin saavutettavia. Lähinnä niissä on parempi kontrasti, mutta muuten vähemmän toiminnallisuutta, harvemmin päivitettyjä eivätkä ne todellisuudessa noudata yleisiä saavutettavuusstandardeja.

64 % testatuista sivustoista oli erillinen saavutettavaksi tarkoitettu versio. Lähes puolessa testatuista sivustoista oli linkki, johon myös viereinen elementti viittasi. Lähes kaikissa tutkituissa sivustoissa oli lisäksi linkkejä, joiden kohde tai toiminnallisuus jäisi käyttäjälle epäselväksi. Alle puolelta sivustoista puuttui ensimmäinen otsikkotaso kokonaan tai kahden otsikkotason välistä puuttui yksi taso, mikä vaikeuttaa navigaatiota esimerkiksi näytönlukijalla (Csontos & Heckl, 2021).

Yli puolella sivustoista oli kuvia, joista puuttui vaihtoehtoinen kuvateksti. Työkalu ilmoitti epäilyttävästä vaihtoehtoisesta kuvatekstistä 12 % sivustolla. Automaattiset työkalut eivät välttämättä osaa tulkita vaihtoehtoisten kuvatekstien järjestyttä hyvin (Csontos & Heckl, 2021), joten todellisuudessa useammallakin sivustolla saattaa olla järjettömiä vaihtoehtoisia kuvatekstejä.

Akgülin (2021) tutkimuksessa testatuista valtion yliopistojen verkkosivustoista 9 % hieman useampi läpäisi kaikki kolme WCAG-vaatimustasoa (A, AA ja AAA) verrattuna yksityisten yliopistojen verkkosivustoihin, joista vain 6 % läpäisi vaatimustasot. Toisaalta valtion yliopistojen verkkosivustoista 69 % ja yksityisistä yliopistojen 55 % sai merkintöjä puuttuvista vaihtoehtoisista kuvateksteistä. Neljäsosa valtion yliopistojen verkkosivustoista sai merkintöjä puuttuvasta mahdollisuudesta suurentaa tekstiä, ja viidesosa riittämättömästä kontrastista. Yksityisellä puolella hieman pienempi määrä yliopistoja oli tehnyt vastaavia virheitä: 21 % sivustoista tekstiä ei ollut mahdollista suurentaa hyväksyttävästi ja 12 % sivustoista kontrasti oli riittämätön.

Oikeus korkeakoulutukseen lasketaan nykyään ihmisoikeudeksi. Näkövammaisten ihmisten on paremman teknologian takia entistä helpompaa hankkia itselleen korkeakoulutus (Al-Meraj ym., 2021), ja voidaan olettaa, että monet näkövammaiset haluavat sellaisen myös hankkia. Yliopistojen verkkosivustot saattavat sisältää koulutuksen kannalta tärkeää tietoa ja muita uutisia, joten senkin takia on tärkeää pitää tieto helposti saavutettavana. Al-Merajin ym. (2021), Akgülin (2021) ja Máñez-Carvajalin ym. (2021) tekemissä arvioinneissa kävi kuitenkin ilmi, että ympäri maailmaa yliopistojen verkkosivustoilla saattaa olla hyvinkin paljon saavutettavuusongelmia.

Máñez-Carvajalin ym. (2021) tutkimus arvioi 15 Espanjan, Chilen ja Meksikon alueilla suosituimman yliopiston verkkosivun saavutettavuutta. Eniten, 45 % kaikista virheistä työkalu ilmoitti sivustojen rakenteeseen liittyen. Paljon virheitä oli myös puuttuviin vaihtoehtoisiin kuvateksteihin ja linkkien selitteisiin liittyen. Akgülin (2021) tutkimuksessa puolestaan suurin osa arvioiduista 179 turkkilaisen yliopiston verkkosivustosta ei läpäissyt WGAC 2.0 -saavutettavuuskriteereitä. Al-Meraj ym. (2021)

arvelevat löytämiensä ongelmien perusteella, ettei sivustojen suunnittelussa ollut otettu lainkaan huomioon saavutettavuutta. Heidän tutkimuksessaan noin neljäsosassa tutkituista sivuista toteutui vähemmän kuin 65 % WGAC:n A ja AA -tasojen standardeista. Suurin osa saavutettavuusvirheistä liittyi siihen, että sisällöstä oli olemassa visuaalinen versio mutta ei audioversiota.

3.3 Sosiaalisen median palveluiden saavutettavuus ja riittämättömän saavutettavuuden sosiaaliset vaikutukset

Aiemmista tutkimuksista on käynyt ilmi, että myös näkövammaiset henkilöt tahtovat käyttää sosiaalisen median palveluita ja että sokeat käyttäjät käyttävät Facebookia yhtä paljon kuin näkevät käyttäjätkin. Heidän halussaan käyttää sosiaalisen median palveluita ovat taustalla samat syyt kuin näkevillä käyttäjilläkin, kuten yhteydenpito ystäviin, työasioiden hoitaminen ja omiin kiinnostuksen kohteisiin liittyviin toimintoihin osallistuminen (Voykinska ym., 2016).

Loureiro ym. (2015) löysivät tutkimuksessaan Facebookista, Twitteristä ja LinkedInistä useita saavutettavuusongelmia, Facebookin osalta näkövammaiset testaajat olisivat toivoneet lisää palautetta suorittamiensa toimintojen jälkeen. He eivät myöskään ymmärtäneet ollenkaan kuvien sisältöä, koska vaihtoehtoiset kuvatekstit puuttuivat. Myös Voykinska ym. (2016) saivat kyselystään samanlaisia tuloksia: käyttäjät ilmoittivat halustaan kommentoida ja tykätä muiden käyttäjien kuvista ja kirjoituksista. He eivät yrityksistään huolimatta aina tienneet, mitä kuvissa oli, sillä muut käyttäjät eivät lisänneet niihin vaihtoehtoisia kuvauksia.

LinkedIn muutti testauksen aikana vain tekstin väriä, kun käyttäjä kirjoitti salasanan väärin yrittäessään kirjautua sivustolle. Palaute pelkästään värin muodossa on kuitenkin riittämätön näkövammaiselle käyttäjälle, sillä näytönlukija ei tunnista tekstin eri värejä. Käyttäjät eivät myöskään saaneet näytönlukijan luettavissa olevaa palautetta suorittaessaan eri toimintoja, kaikki elementit eivät olleet ymmärrettävästi otsikoituja eikä elementtejä voinut ohittaa. Twitterissä ongelmat painoutuivat kuvatekstien puuttumiseen ja elementtien epäselvään otsikointiin (Loureiro ym. 2015).

Voykinska ym. (2016) huomauttaa, että etenkin sosiaalisen median yhteydessä näkövammaisia käyttäjiä hyödyttäisi se, että myös emojissa ja tarroissa olisi vaihtoehtoinen kuvaus. Muiden käyttäjien julkaisemissa kuvissa tekoälyn automaattisesti lisäämä kuvaus puolestaan mahdollistaisi sen, että näkövammaisen käyttäjä tietäisi kuvan sisällön, vaikka kuvan julkaisija ei olisikaan itse lisännyt vaihtoehtoista kuvausta.

Osa Voykinskan ym. (2016) kyselyyn vastanneista näkövammaisista henkilöistä kertoi haluavansa julkaista sosiaaliseen mediaan myös kuvia, mutta joutuvansa ennen sitä joko kiertämään saavutettavuusongelmia tai pyytämään näkevän henkilön apua. Keskustelu kuvaustoiminnoista keskittyi paperissa Facebookiin. Vastaajat kertoivat tarvitsevänsä apua hyvän kuvan ottamisessa, oikean kuvan valitsemiseen galleriasta, kuvan editoimisessa ja julkaisemisessa. Eräs vastaaja mainitsi pelkäävänsä joutuvansa naurunalaiseksi, jos hän julkaisisi väärän tai esteettisesti huonon kuvan, mikä osoittaa kuvaustoiminnon saavutettavuuden parantamisen tärkeyden. Vastaajat myös kertoivat, kuinka saavutettavuusongelmat sosiaalisen median sivustoilla turhauttivat heitä. Heistä tuntui, että he jäivät ulkopuolelle jostain, mikä oli heidän kulttuurissaan yleistä.

Osa sivustoista ovat ehkä saavutettavia, mutta käytettävyydeltään silti huonoja. Dasin ym. (2019) tutkimus koski muun muassa Google Docsin saavutettavuutta etenkin ryhmätyön teon aikana. Kävi ilmi, että Google Docsissa on vaikea laittaa päälle saavutettavaa tilaa,

ja saavutettavuusasetukset saattavat olla ristiriidassa muiden näytönlukijan asetusten kanssa. Toisaalta saavutettavan tilan ollessa päällä yhteistyön teko muiden kanssa voi olla ylistimuloivaa, koska näytönlukija antaa paljon ilmoituksia tai ei lue ymmärrettävästi näytölle reaaliajassa kirjoitettavaa tekstiä (Das ym., 2019). Tutkimuksen tuloksista onkin vedettävissä johtopäätös, että ilmoitusten määrän kanssa on tärkeää löytää keskitie, jotta saavutettavuus todella olisi hyvä.

Dasin ym. (2019) tutkimuksen mukaan saavutettavuuden puute saattaa aiheuttaa jopa työmahdollisuuksien menetyksen, kun näkövammaisen työnhakija ei pysty käyttämään samoja ohjelmia kuin muut työntekijät. Toisaalta töissä käytettävien työkalujen vähäinen saavutettavuus voi aiheuttaa näkövammaisen työntekijän suorituskyvyn laskua, kun hänen työaikaansa kuluu työkalujen tehottomaan käyttöön. Haastateltavat ilmaisivat turhautumisensa ja mainitsivat, että sokeana ihmisenä työpaikan saaminen ja työnteko on jo valmiiksi vaikeaa. He kokivat, että saavutettavuuden puute tekee työnteosta epätasarvoista ja toivoivat, että he voisivat työkalujen käytön suhteen olla yhtä tehokkaita työntekijöitä kuin näkevät kollegansa.

3.4 Riittämättömän saavutettavuuden vaikutukset tietoturvaan

On palveluita, jotka sisältävät erityisen arkaluontoista tietoa, jonka luottamuksellisuuden vaarantaminen on kehittäjän puolelta anteeksiantamatonta. Mainitunlaisia palveluita saattavat olla esimerkiksi terveydenhuollon tai pankkialan palvelut, mutta myös muut henkilökohtaisia tietoja käsittelevät sivustot. Toisaalta Renaud (2021) huomauttaa, että yhä useampi valtio siirtää palveluitaan verkkoon ja ajaa myös näkövammaiset kansalaisensa käyttämään niitä.

Wentzin ym. (2017) teettämästä kyselystä kävi ilmi, että pankkijärjestelmissä on paljon saavutettavuusongelmia. Eräessä verkkopankissa shekin kuvaustoiminnosta puuttui audioversio kokonaan, ja jotkut vastaajat mainitsivat joutuneensa pyytämään ulkopuolisen henkilön apua pankkiasian hoidossa. Ulkopuolisen avun tarvitseminen tuli ilmi myös Hayesin ym. (2019) tutkimuksessa, jossa tutkijat havainnoivat useamman näkövammaisen osallistujan arkea ja haastattelivat heitä. Eräs täysi-ikäinen osallistuja mainitsi tarvitsevansa säännöllisesti apua äidiltään sähköpostinsa ja pankkitilinsä käytössä.

Eräs toinen osallistuja käytti heikon näkönsä vuoksi suurennuslasisovellusta. Hän oli huolissaan siitä, että se vaarantaa hänen yksityisyytensä paljastamalla ympärillä oleville ihmisille helposti hänen yksityistietojansa (Hayes ym., 2019). Osallistujan huoli on ymmärrettävä, eikä ole järjetöntä spekuloida, että osa heikkonäköisistä käyttäjistä saattaa käyttää myös näytönlukijaa: osallistujan pelko saattaisi poistua, jos hän tutkisi arkaluontoisia tietojaan näytönlukijan ja kuulokkeiden avulla, jolloin ulkopuoliset eivät saisi niitä selville. Myös Hayesin ym. (2019) tutkimuksessa molemmat heikkonäköiset osallistajat käyttivät apuvälineistä joko ainoastaan tai suurennussovelluksen lisäksi näytönlukijaa. Arkaluontoista tietoa sisältävien palveluiden onkin kenties erityisen tärkeää olla hyvin saavutettavissa, koska kaikenlaiset käyttäjät saattavat herkemmin käyttää näytönlukijaa niiden kanssa.

Renaud (2021) huomauttaa, että näkövammaisilla käyttäjillä ei ole samaa mahdollisuutta arvioida sivuston turvallisuutta ja luotettavuutta visuaalisesti kuin näkeville käyttäjillä. Ainakin Google Chrome varoittaa käyttäjää hakutuloksiin ilmestyneistä vaarallisista sivustoista (Google, 2023), mutta se ei välttämättä riitä. Hayes ym. (2019) huomasivat tutkimuksessaan, että näytönlukijat eivät jostain syystä tunnista verkkosivustoille toisinaan ilmestyviä huijausmainoksia, jotka saattavat sisältää esimerkiksi

haittaohjelman. Näkövammaisen käyttäjä saattaa näytönlukijan antaman palautteen puutteen vuoksi vahingossa klikata mainosta. Se on tietoturvariski (Hayes ym., 2019), mutta toisaalta myös seikka, jota näkevä kehittäjä tai tietokoneen käyttäjä ei tule välttämättä ajatelleeksi.

Renaud (2021) tuo esiin myös sen, että myös tietoturvan varmistamista varten luodut mekanismit vaativat turvallisuuden varmistuksen lisäksi myös saavutettavuuden huomiointia. Näkövammaisen käyttäjä ei välttämättä kykene lukemaan salasanaa luodessaan salasanan vaatimuksia tai kaksivaiheisessa tunnistautumisessa laitteeseen lähetettyä numerosarjaa. Kaksivaiheiseen tunnistautumiseen liittyvä ongelma liittyy vain välillisesti verkkosivustojen saavutettavuuteen ja ennemminkin käyttäjän (mobiili)laitteen saavutettavuuteen, mutta yleisesti ottaen tunnistautumiseen liittyen Renaud (2021) nostaa esiin tarpeen sille, kuinka useamman palvelun tulisi ottaa käyttöön biometrinen tunnistautuminen. Se olisi helppokäyttöinen ja saavutettava tunnistautumismenetelmä. Myös esimerkiksi visuaalisen vihjeen tarjoavien komponenttien, kuten salasanan vahvuutta osoittavan palkin, tulisi tarjota aina myös auditiivinen tai haptinen palaute (Renaud, 2021).

3.5 Saavutettavuuden parantaminen

Näkövammaisia käyttäjiä turhauttavat saavutettavuusongelmat eivät ole muuttuneet vuoden 2007 jälkeen, jolloin käyttäjät ilmoittivat heitä eniten turhauttaneiksi seikoiksi muun muassa elementtien sekavan sijoittelun, otsikoimattomat lomakkeet ja linkit sekä puuttuvat vaihtoehtoiset kuvaukset kuvista (Lazar ym., 2007). Samoja ongelmia esiintyy sivustoilla yhä.

3.5.1 Ymmärryksen lisääminen

Moni verkkosivuilla oleva saavutettavuusongelma olisi ratkaistavissa paremmalla WCAG-standardien noudattamisella. Antonellin ym. (2018) kyselytutkimus sai 404 hyväksyttävää vastausta brasilialaisilta verkkosivujen suunnittelijoilta. Tuloksista kävi ilmi, että vain noin viidesosa vastaajista osasi käyttää WCAG:tä tai WAI-ARIA. Kolmasosa vastaajista mainitsi, että kiinnostusta saavutettavuuteen ei ole osoitettu missään niissä projekteissa, jonka osana he ovat olleet. Vastaajien mukaan saavutettavien verkkosivustojen suunnittelun haasteita ovat ensisijaisesti koulutuksen puute, asiakkaan tai organisaation puuttuva kiinnostus hyvälle saavutettavuudelle ja ajan puute. Niissä projekteissa, joissa kiinnostusta saavutettavuuteen oli osoitettu, oli käytetty enimmäkseen käyttäjätestausta, HTML- ja CSS-validointia ja testausta avustavan teknologian kanssa saavutettavuuden arvioinnissa.

Organisaatioiden on hyvä pitää mielessä, että hyvästä saavutettavuudesta on hyötyä myös näkeville tai yleisesti ottaen ei-vammaisille käyttäjille (W3C, 2018). Hyvä saavutettavuus on hyvä asia myös palvelun markkinoinnin tai julkisuuskuvan kannalta. Koska hyvä saavutettavuus ei kirjallisuuskatsauksen tuloksista päätellen ole vielä itsestäänselvyys, tuo se palvelulle hyvää mainosta ja kenties lisää uskollisia käyttäjiä, kun näkövammaiset käyttäjät löytävät sen huonosti saavutettavien palveluiden joukosta. Gilbertin (2019, kpl. 3) teoksessa haastatellun sokean henkilön kommentti tukee teoriaa: hän arvelee, että ihmiset vaihtavat palvelua, jos eivät onnistu käyttämään sitä puolen minuutin sisällä.

Antonellin ym. (2018) tutkimuksesta päätellen ongelmien määrää lienee helppo ainakin vähentää paremmalla saavutettavuuskoulutuksella. Samoin arvelevat Al-Meraj ym. (2021). Erään Dasin ym. (2019) haastatteleman näkövammaisen työntekijän mukaan saavutettavuudella ei kuitenkaan ole työpaikoilla hyvä maine, vaan se nähdään

ylimääräisenä työnä ja rahan- ja ajankuluna. Toisaalta toinen haastateltava mainitsi, että saavutettavien käytäntöjen käyttöönotto työpaikalla on näkeville kollegoille helpompaa sietää, kun he muistavat, että he tekevät sen muiden ihmisten mukaan ottamisen vuoksi. Ehkä ajatus siitä, että näkövammaisen tuttu jää muuten ulkopuoliseksi yhteisestä kokemuksesta, vetoaa empatiaan. Dasin ym. (2019) tutkimus ei koskenut IT-alan työpaikkaa, mutta se antaa yhä tietoa siihen liittyen, millaisia asenteita näkeville ihmisillä on sellaisten käytäntöjen käyttöönottoon, joihin heillä itsellään ei ole tarvetta. Vaikka alan työnantaja olisi hyvä kannustaa tähtäämään kaikin tavoin saavutettaviin verkkosivustoihin, tiimien ja yritysten toimintaan saattaakin olla helpompi tehdä suuria muutoksia vähitellen. Verrattuna siihen, ettei ohjelmointikäytäntöihin tai jo olemassa oleviin sivustoihin tekisi muutoksia ollenkaan, on parempi tehdä helpommin lähestyttävä pieni muutos esimerkiksi vaihtoehtoisten kuvatekstien lisäyksen muodossa.

3.5.2 Muutokset kehitystyössä

Kun saavutettavuus on otettu kerran huomioon, se on jatkossa helpompi tehdä uudelleen kenties isommassakin mittakaavassa. Ei-rakenteellisten saavutettavuusongelmien kuten puuttuvien vaihtoehtoisten kuvatekstien tai elementtien kuvauksien korjaaminen tai ehkäisy vaatii kehittäjiltä toki työtunteja, mutta niiden toteutus on yksinkertaista. Jossain vaiheessa kehitystyötä voi olla hedelmällistä antaa näkövammaisen käyttäjän ja/tai saavutettavuusasiantuntijan antaa sivustosta palautetta, ja Al-Merajin ym. (2021) ehdotusta seuraten arviointeja voi myöhemmin jatkaa säännöllisestikin.

Al-Merajin ym. (2021) tutkimuksessa saman verkkosivuston sisällä eri sivuista löytyi samoja ongelmia. Sen perusteella he päättelivät, että sivut on tehty samaan mallipohjaan perustuen (Al-Meraj ym., 2021). Se tekee saavutettavuuden parantamisesta kenties vähemmän työlästä, koska jos yksi mallipohja kopioidaan muille sivuille, riittää, että vain pohja suunnitellaan uudelleen.

Zitkus ym. (2016) osoittivat, ettei automaattinen arviointityökalu välttämättä löydä tutkittavasta järjestelmästä kaikkia saavutettavuusongelmia, vaan ihmisen tekemä arviointi voikin olla parempi ratkaisu. Samaan tulokseen päätyivät eri arviointityökaluja käyttäneet Gonçalves ym. (2018) ja Yoon ym. (2016). Yoonin ym. (2016) mukaan automaattinen arviointityökalu löytää saavutettavuusongelmat teknisellä tasolla, mutta todellisuudessa kaikki käytettävyysongelmat eivät ole peräisin sieltä. Sivuston saavutettavuutta voi kyllä parantaa myös teknisellä tasolla; responsive web design (RWD) on yleinen verkkosivujen suunnittelutapa, jonka avulla sivusto mukautuu käyttäjän käyttämän laitteen ruudun resoluutioon. Nogueiran ym. (2017) tutkimuksen mukaan RWD ei kuitenkaan tarjoa sokealle käyttäjälle riittävän hyvää käyttökokemusta sivustolla, vaikka sivusto olisi muuten saavutettava.

Gilbert (2019) on koontanut teokseensa saavutettavuuden kannalta hyviä suunnittelu- ja ohjelmointikäytäntöjä. Hänen mukaansa kehitysprosessiin osallistuville ihmisille on hyvä kertoa, miten näytönlukija toimii, jotta heillä on parempi ymmärrys käyttäjistään. Näytönlukija lukee ääneen lähdekoodista löytyvää sisältöä, mukaan lukien vaihtoehtoiset kuvatestit ja taulukoiden solut. Se ei näe sivua samalla lailla kuin näkevä käyttäjä, mutta ilmaisee käyttäjälle myös muun muassa sivulla tapahtuvat muutokset tai cursorin sijainnin. Edistyneempiä toimintoja ovat ainakin tekstin värin lukeminen ja navigaation aktiivisen valinnan kertominen.

Kehitystyön voi aloittaa määrittelemällä, mitä sisältöä verkkosivulle tulee. Huomioon on otettava otsikot, tekstit, vaihtoehtoiset kuvaukset napeille, kuvatestit ja vaihtoehtoiset kuvatestit, ladattava sisältö ja muu sisältö (Gilbert, 2019). Näytönlukijaa varten on

oltava myös ladattavan sisällön selitteet. Gilbert (2019) ehdottaa, että työn tueksi voi myös kirjata, ketä tai keitä varten palvelun saavutettavuutta tehdään hyväksi, ja mitä he tarvitsevat voidakseen käyttää palvelua vaivatta.

Elementtien sekava sijoittelu mainittiin useassa artikkelissa käyttäjiä turhauttavaksi seikaksi. Mobiililaitteita varten on jo kehitetty apuväline, joka auttaa näkövammaista käyttäjää selaamaan verkkosivua paremmin hahmottelemalla sivun hierarkian (Zhang ym., 2017). Käyttäjä ei kuitenkaan tarvitsisi ulkopuolisia apuvälineitä, jos verkkopalveluiden suunnittelijat keskittyisivät elementtien hierarkkiseen sijoitteluun. Gilbertin (2019) mukaan verkkosivun saavutettavuutta auttaa, kun ohjelmakoodissa on eroteltu eri elementit toisistaan: ylä- ja alabanneri, navigaatio, pääsisältö, muut sisällöt ja pääsisällön yhteyteen sijoitetut erilliset sisällöt. HTML-elementeistä näitä vastaavat header-, nav-, main-, article-, aside- ja footer-komponentit. Sen lisäksi rakenteen selkeydelle olennaista on käyttää otsikoita loogisesti, jolloin joka sivulla on koko sivulle yksi ensimmäisen tason otsikko ja sen jälkeen järjestyksessä muita otsikkotasoja. Tärkeää siis on, että välistä ei jätetä pois otsikkotasoja ja hypätä esimerkiksi tasosta 2 tasoon 4 (Gilbert, 2019).

Näkövammaisen käyttäjä voi todennäköisemmin käyttää kuvan ottamiseen ja julkaisuun liittyviä toimintoja itsenäisesti, jos kuvan yhteyteen olisi mahdollisuus lisätä esimerkiksi ääniviesti kuvan sisällöstä. Kuvan ottamista varten on jo olemassa saavutettavia työkaluja, joita verkkopalvelut voisivat ehkä hyödyntää, mutta kuvan editointia varten saavutettavia työkaluja ei vielä ole. Niille on kuitenkin tarvetta, sillä myös näkövammaiset käyttäjät haluavat ottamiensa kuvien näyttävän hyvältä (Voykinska ym., 2016).

Al-Merajin ym. (2021) tutkimustulosten perusteella pienemmillä ja yksinkertaisemmilla sivustoilla on vähemmän saavutettavuusongelmia. Kehittäjät siis aiheuttavat pienemmällä todennäköisyydellä saavutettavuusongelmia, kun kehitettävä sivusto on yksinkertaisempi (Al-Meraj ym., 2021). Pienet ja yksinkertaiset sivustot onkin rakenteensa perusteella kenties helpompi suunnitella saavutettavuusstandardien mukaisiksi. Pienten sivustojen kehitystiimit ovat kuitenkin oletettavasti pienemmästä päästä, ja niillä saattaa olla vähemmän resursseja keskittyä saavutettavuuteen uutena asiana. Saavutettavuus ei siis välttämättä parane nopeammin, jos sivusto on pieni. Suurempien sivustojen takana olevat organisaatiot saattavat olla vakaampia ja kykeneviä esimerkiksi järjestelemään työtehtäviä joustavammin tai budjetoimaan varoja uuden työntekijän palkkaamiseen tai saavutettavuuskoulutukseen.

3.5.3 Lainsäädäntö

Saavutettavuussuosituksia, kuten WAI-ARIA ja WCAG on jo olemassa. Renaud (2021) tuo esiin tarpeen virallisille saavutettavan tietoturvan suosituksille, jotka pohjautuisivat esimerkiksi WCAG:hen, mutta ottaisivat huomioon erityisesti tietoturvan. Viimeinen vaihtoehto parantaa saavutettavuutta on pyrkiä varmistamaan se lainsäädännön keinoin.

Sekä julkisen että yksityisen puolen verkkosivustojen saavutettavuutta säätelemään ja parantamaan pyrkiviä lakeja on säädetty Barricellin ym. (2021) tekemän kirjallisuuskatsauksen perusteella lähinnä länsimaissa jo vuodesta 1992 lähtien. Tällaisia lakeja ovat säätäneet Kanada, Yhdysvallat, Australia, Uusi-Seelanti, Israel ja Yhdistyneet Kuningaskunnat. EU-alueella astui voimaan vuonna 2016 saavutettavuusdirektiivi, joka velvoittaa julkis palvelut varmistamaan verkkosivustojensa saavutettavuuden (Euroopan komissio, julkaisuaika tuntematon). Kuten Csontosin ja Hecklin (2021) tutkimuksesta kuitenkin kävi ilmi, on epäselvää, tuoko EU:n vuoden 2016 saavutettavuusdirektiivi

todella apua julkisten tahojen verkkosivustojen saavutettavuuteen kaikissa EU-maissa. Italiassa säädettiin jo vuonna 2004 vastaavanlainen laki, joka on kenties auttanut ainakin jonkin verran saavutettavuuden parantamisessa. Kyseinen laki on kuitenkin muotoiltu tulkinnanvaraisesti eikä moni siinä mainituista teknisistä vaatimuksista ole automaattisesti tarkistavissa, mikä vaikeuttaa kehitystyötä (Barricelli ym., 2021).

Yhdysvalloissa ja Kanadassa on lainsäädännön lisäksi tehty useita saavutettavuutta koskevia kanteita (Ferri & Favalli, 2018), ja myös osa Dasin ym. (2019) tutkimukseen osallistuneista näkövammaisista mainitsee joutuneensa vetoamaan lainsäädäntöön vaatiessaan kollegoitaan ottamaan saavutettavuuden huomioon. Haastatellut kuitenkin pelkäsivät, että liian jämät vaatimukset esimerkiksi esihenkilölle vaikuttaisivat negatiivisesti heidän asemaansa työpaikalla. Kenties parasta olisikin, jos työpaikat löytäisivät eräänlaisen keskitien keskustellessaan saavutettavuuden parantamisesta: lainsäädäntö on välttämätöntä tuntea, mutta toisaalta on hyvä muistaa, että se on tehty sitä varten, jotta kaikki kanssaihmiset voivat käyttää kehitystyön alla olevaa palvelua. Suositukset kuten WAI-ARIA kertovat, mitä nuo kanssaihmiset tarvitsevat palveluun ja ovat siten kehitystyön apuna.

4. Pohdinta ja työn merkitys

Tämä tutkielma tuo tietoa siitä, mitä ongelmia sokeat käyttäjät kokevat käyttäessään verkkosivustoja ja miten ongelmiin voisi puuttua. Se ei tarjoa täydellistä katsausta saavutettavuusongelmiin ja niiden ratkaisuun, vaan keskittyy valittujen lähdepaperien referointiin. Kerätystä tiedosta on kuitenkin hyötyä verkkosivustojen saavutettavuuden tilasta kiinnostuneille lukijoille ja saavutettavuuden parantamisesta kiinnostuneille kehittäjille.

Lähdemateriaalin perusteella saatiin selville, että näkövammaisilla ihmisillä on samat motivaatiot käyttää sosiaalista mediaa (Voykinska ym., 2016) ja yleisesti ottaen Internetiä kuin näkeväilläkin ihmisillä, ja että he tekevät siellä paljolti samoja asioita kuin näkevätkin ihmiset. Erona näkövammaisten ja näkevien Internetin käyttäjien välillä on, että näkövammaiset käyttäjät turvautuvat näytönlukijaan selatessaan Internetiä. Jotkin suunnitteluratkaisut yhdessä näytönlukijan kanssa tekevät sivustosta kuitenkin vaikeasti saavutettavan tai käytettävän näkövammaiselle käyttäjälle. Dasin ym. (2019) tutkimuksen mukaan saavutettavuuden puute saattaa aiheuttaa jopa työmahdollisuuksien menetyksen, kun näkövammaisen työnhakija ei pysty käyttämään samoja ohjelmia kuin muut työntekijät. Toisaalta töissä käytettävien työkalujen vähäinen saavutettavuus voi aiheuttaa näkövammaisen työntekijän suorituskyvyn laskua, kun hänen työaikaansa kuluu työkalujen tehotomaan käyttöön.

Lähdemateriaalin perusteella ylivoimaisesti suurimpia ongelmia näkövammaisille Internetin käyttäjille ovat vaihtoehtoisten kuvauksien puuttuminen verkkosivun elementeistä, elementtien epäselvä tai puuttuva otsikointi sekä elementtien sekava asettelu tai asettelun epähierarkkisuus. Ongelmia aiheuttavat myös näytönlukijan luettavissa olevan palautteen puute käyttäjän suorittaessa toimintoa tai toiminnon. Näkövammaiset käyttäjät tarvitsevat painikkeiden ja kuvien lisäksi kuvauksia myös linkkeihin, jotta he tietävät, mihin linkki johtaa. Lisäksi osa Sharman (2015) tutkimukseen vastanneista näkövammaisista mainitsi tärkeäksi asiaksi tekstisisällön yksinkertaisen, luettavan ja ymmärrettävän tyylin.

Kirjastojen verkkosivut ovat erityisen tärkeitä henkilöille, jotka ovat epäedullisessa asemassa tiedon saatavuuden kannalta. Esimerkiksi näkövammaiset ihmiset kuuluvat tuohon ihmisryhmään. Tyypillisesti kirjastojen verkkosivut eivät kuitenkaan ole saavutettavia vammautuneille käyttäjille (Yoon ym., 2016). Toisaalta oikeus korkeakoulutukseen lasketaan nykyään ihmisoikeudeksi, mutta ympäri maailmaa yliopistojen verkkosivustoilla saattaa olla hyvinkin paljon saavutettavuusongelmia, jotka saattavat liittyä esimerkiksi sivuston vaikeaan rakenteeseen, puuttuviin vaihtoehtoihin kuvateksteihin tai linkkien selitteisiin (Al-Meraj ym., 2021, Akgül, 2021 & Máñez-Carvajal ym., 2021).

Työssä selvitettiin myös huonon saavutettavuuden vaikutusta palvelun tietoturvaan. Näkövammaisilla käyttäjillä ei ole samaa mahdollisuutta arvioida sivuston turvallisuutta ja luotettavuutta visuaalisesti kuin näkeväillä käyttäjillä (Renaud, 2021). Ainakin Google Chrome varoittaa käyttäjää hakutuloksiin ilmestyneistä vaarallisista sivustoista (Google, 2023), mutta se ei välttämättä riitä, sillä näytönlukijat eivät jostain syystä tunnista verkkosivustoille toisinaan ilmestyviä huijausmainoksia. Näkövammaisen käyttäjä saattaa näytönlukijan antaman palautteen puutteen vuoksi vahingossa klikata mainosta ja saada haittaohjelman (Hayes ym., 2019). Toisaalta saavutettavuuden puutteen takia näkövammaisen käyttäjä saattaa joutua pyytämään näkevältä tutulta apua arkaluontoisia

tietoja sisältävän palvelun käytössä, vaikka se aiheuttaa tietoturvariskin (Wentz ym., 2017 & Hayes ym., 2019).

Vuoteen 2023 mennessä verkossa ovat julkistakin puolta myöten lähes kaikki palvelut. Eri sosiaalisen median palveluilla on niin paljon vaikutusvaltaa, että se heijastuu populaarikulttuuriin ja siihen, miten ihmiset viettävät vapaa-aikansa. Saavutettavuusongelmat ovat kuitenkin pysyneet samoina jo vuosia, koska vielä vuonna 2007 raportoitiin samanlaisista ongelmista (Lazar ym., 2007). Jotta näkövammaiset ihmiset voivat osallistua yhteisönsä toimintaan itsenäisesti ja täydellisesti, on tärkeää, että sekä julkiset että yksityiset toimijat panostavat verkkopalveluidensa saavutettavuuteen.

Mainittavan arvoista on myös, että osa sivustoista ovat ehkä saavutettavia, mutta käytettävyydeltään silti huonoja. Dasin ym. (2019) tutkimus koski muun muassa Google Docsin saavutettavuutta etenkin ryhmätyön teon aikana. Kävi ilmi, että Google Docsissa on vaikea laittaa päälle saavutettavaa tilaa, ja saavutettavuusasetukset saattavat olla ristiriidassa muiden näytönlukijan asetusten kanssa. Toisaalta saavutettavan tilan ollessa päällä yhteistyön teko muiden kanssa voi olla ylistimuloivaa, koska näytönlukija antaa paljon ilmoituksia tai ei lue ymmärrettävästi näytölle reaaliajassa kirjoitettavaa tekstiä (Das ym., 2019). Tutkimuksen tuloksista onkin vedettävissä johtopäätös, että ilmoitusten määrän kanssa on tärkeää löytää keskitie, jotta saavutettavuus todella olisi hyvä.

Moni saavutettavuusongelma olisi ratkaistavissa paremmalla WCAG-standardien noudattamisella. Toisaalta tutkielman aikana tuli selväksi, ettei saavutettavuutta ole tutkittu ja standardisoitu vielä tarpeeksi tietoturvan näkökulmasta. Verkkosivujen suunnittelijoiden mukaan saavutettavien verkkosivustojen suunnittelun haasteita ovat ensisijaisesti koulutuksen puute, asiakkaan tai organisaation puuttuva kiinnostus hyvälle saavutettavuudelle ja ajan puute (Antonelli ym., 2018). Yksi syistä kiinnostuksen puutteelle saattaa olla näkemys siitä, että saavutettavuuden tavoittelu on ylimääräistä työtä ja rahan- ja ajankulua (Das ym., 2019). Ensimmäinen vaihe paremmalle saavutettavuudelle onkin kenties asenteiden muuttaminen ja pienemmät muutokset, kuten vaihtoehtoisten kuvatekstien lisäys.

Saavutettavuusarviointi on syytä teettää ihmisellä automaattisen arviointityökalun sijaan (Zitkus ym., 2016, Gonçalves ym., 2018 & Yoon ym., 2016), koska työkalut eivät huomaa kaikkia saavutettavuusvirheitä. Suurpiirteinenkin korjaus on kuitenkin hyödyksi: automaattiset työkalut tarjoavat kehittäjille helpon tavan selvittää, mitkä kohdat sivustosta vaativat korjausta. Ferri & Favalli (2018) huomauttavat myös, että ongelmiin voi puuttua lainsäädännön keinoin. Barricellin ym. (2021) tekemän kirjallisuuskatsauksen perusteella saavutettavuuden parantamiseen tähtääviä lakeja on säädetty lähinnä länsimaissa jo vuodesta 1992 lähtien. Tällaisia lakeja ovat säätäneet Kanada, Yhdysvallat, Australia, Uusi-Seelanti, Israel ja Yhdistyneet Kuningaskunnat. EU-alueella astui voimaan vuonna 2016 saavutettavuusdirektiivi, joka sanktion uhalla velvoittaa julkisipalvelut varmistamaan verkkosivustojensa saavutettavuuden (Euroopan komissio, julkaisuaika tuntematon).

Csontosin ja Hecklin (2021) tutkimuksen perusteella on kuitenkin epäselvää, tuoko EU:n vuoden 2016 saavutettavuusdirektiivi todella apua julkisten tahojen verkkosivustojen saavutettavuuteen kaikissa EU-maissa. Italiassa säädettiin jo vuonna 2004 vastaavanlainen laki, joka on kenties auttanut ainakin jonkin verran saavutettavuuden parantamisessa. Kyseinen laki on kuitenkin muotoiltu tulkinnanvaraisesti eikä moni siinä mainituista teknisistä vaatimuksista ole automaattisesti tarkistavissa, mikä vaikeuttaa kehitystyötä (Barricelli ym., 2021). Työtä onkin yhä jäljellä niin lainsäädännön

vaikuttavuuden kuin sen noudattamisen suhteen niin julkisella kuin yksityiselläkin sektorilla.

5. Johtopäätökset

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli tutkia, millaisia haasteita näkövammaiset ihmiset kohtaavat verkkosivuja selatessaan ja mistä haasteet johtuvat. Kirjallisuuskatsaus ei tarjoa täydellistä katsausta saavutettavuusongelmiin ja niiden ratkaisuun, vaan keskittyy valittujen lähteiden referointiin. Kattavampi tutkimus voisi käsitellä esimerkiksi laajemmin saavutettavuuteen liittyvää lainsäädäntöä ja sen vaikutuksia tai teknisiä menetelmiä parantaa saavutettavuutta. Hayesin ym. (2019) tutkimuksen perusteella on myös syytä selvittää, onko kehitystyön aikana mahdollista kehittää huijausmainokset tunnistava ja näytönlukijan havaittavissa oleva toiminnallisuus. Saavutettavuuden näkökulmaa tietoturvassa on myös tarpeen tutkia yleisesti ottaen enemmän.

Suurimpia ongelmia näkövammaisille Internetin käyttäjille ovat vaihtoehtoisten kuvauksien puuttuminen verkkosivun elementeistä, elementtien epäselvä tai puuttuva otsikointi sekä elementtien sekava asettelu tai asettelun epähierarkkisuus. Ongelmia aiheuttavat myös näytönlukijan luettavissa olevan palautteen puute käyttäjän suorittaessa toimintoa tai toiminnon. Ongelmat saattavat johtaa myös tietoturvariskeihin: näkövammaisella käyttäjällä ei ole muuta mahdollisuutta kuin pyytää näkevältä ihmiseltä apua arkaluontoisia tietoja sisältävän palvelun käytössä tai käyttäjä ei tiedä, että sivusto on epäluotettavan näköinen.

Moni saavutettavuusongelma olisi ratkaistavissa paremmalla WCAG-standardien noudattamisella ja verkkosivustojen kehittäjien kouluttamisella. Toisaalta saavutettavuusongelmia voi korjata lainsäädännön keinoin. Saavutettavuusarviointi on syytä teettää ihmisellä automaattisen arviointityökalun sijaan (Zitkus ym., 2016, Gonçalves ym., 2018 & Yoon ym., 2016), koska työkalut eivät huomaa kaikkia saavutettavuusvirheitä. Suurpiirteinenkin korjaus on kuitenkin hyödyksi: automaattiset työkalut tarjoavat kehittäjille helpon tavan selvittää, mitkä kohdat sivustosta vaativat korjausta. Gilbertin (2019) haastattelema saavutettavuuden puolestapuhuja ehdotti, että saavutettavuusvirheet näkyisivät käyttäjille ja kehittäjille samalla lailla kuin kirjoitusvirheet. Kenties koodieditori voisi näyttää saavutettavuusvirheet samassa yhteydessä kuin syntaksivirheetkin, jolloin saavutettavuudesta tulisi vähemmän irralliselta tuntuva osa ohjelmointia.

Koodieditoriin tehty muutos saattaisi myös auttaa saavutettavuuden tuomista sellaisiin projekteihin, joiden kehitystiimit kokevat, ettei heillä muuten riittäisi resursseja saavutettavuuden huomiointiin. Al-Merajin ym. (2021) tutkimustulosten perusteella pienemmällä ja yksinkertaisemmilla sivustoilla on vähemmän saavutettavuusongelmia, eli pienet ja yksinkertaiset sivustot on rakenteensa perusteella kenties helpompi suunnitella saavutettavuusstandardien mukaisiksi. Pienten sivustojen kehitystiimit ovat kuitenkin oletettavasti pienemmästä päästä, ja niillä saattaa olla vähemmän resursseja keskittyä saavutettavuuteen uutena asiana. Monet käyttäjiä ärsyttävät seikat, kuten selitteiden tai vaihtoehtoisten kuvatekstien puuttuminen ovat kuitenkin ainakin näennäisen helppoja korjattavia. Niihin vaativan syntaksin opetteluun saattaisi riittää yksinkertaisesti koodieditorin muistutus siitä, että tietyistä elementistä puuttuu jokin kielikohtainen, saavutettavuutta varten oleva ominaisuus. Joidenkin kehitystiimien kokeman resurssipulan takia on syytä tutkia lisäksi sitä, kuinka saavutettavuuskoulutuksesta tai saavutettavuuden toteuttamisesta saisi mahdollisimman helposti lähestyttävää ja vähän aikaa vievää.

Toisaalta tutkimuksen aikana kävi ilmi, että yksi suurimmista syistä sille, miksi saavutettavuusasioita ei huomioida asiakasprojekteissa on asiakas- tai kehittäjäorganisaation kiinnostuksen puute. Seuraava vaihe on tutkia, miksi kiinnostus on organisaatioissa niin vähäistä ja miten se saataisiin kasvuun. Kiinnostavaa olisi myös vertailla, onko erimaalaisten verkkosivujen suunnittelijoiden saavutettavuustietämyksessä eroja. Sen voi toteuttaa joko kirjallisuuskatsauksena tai kyselytutkimuksena.

Lähteet

- Akgül, Y. (2021). Accessibility, usability, quality performance, and readability evaluation of university websites of Turkey: a comparative study of state and private universities. *Universal Access in the Information Society*, 20(1), 157–170. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00715-w>
- Al-Meraj, Z., Boujarwah, F., Alhuwail, D., Qadri, R. (2021). Evaluating the accessibility of higher education institution websites in the State of Kuwait: empirical evidence. *Universal Access in the Information Society*, 20(1), 121–138. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00717-8>
- Antonelli, H. L., Rodriguez, S. S., Watanabe, W. M. & Mattos Fortes, R. P. de (2018). A survey on accessibility awareness of Brazilian web developers. *DSAI 2018: Proceedings of the 8th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion* (s. 71–79). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3218585.3218598>
- Babu, R. & Xie, I. (2017). Haze in the digital library: design issues hampering accessibility for blind users. *The Electronic Library*, 35(5), 1052–1065. <https://dx.doi.org/10.1108/EL-10-2016-0209>
- Barricelli, B. R., Casiraghi, E., Dattolo, A. & Rizzi, A. (2021). 15 Years of Stanca Act: Are Italian Public universities websites accessible? *Universal Access in the Information Society*, 20(1), 185–200. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00711-0>
- Bigham, J. P., Lin, I. & Savage, S. (2017). The Effects of “Not Knowing What You Don’t Know”. Web Accessibility for Blind Web Users. Teoksessa A. Hurst, L. Findlater & M. Ringel Morris (toim.), *ASSETS ’17: The 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (s. 101–109). Association for Computing Machinery. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3132525.3132533>
- Carvalho, M. C. N., Dias, F. S., Reis, A. G. S. & Freire, A. P. (2018). Accessibility and Usability Problems Encountered on Websites and Applications in Mobile Devices by Blind and Normal-Vision Users. Teoksessa H. M. Haddad, R. L. Wainwright & R. Chbeir (toim.), *Proceedings of SAC 2018: Symposium on Applied Computing* (s. 2022–2029). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3167132.3167349>
- Csontos, B. & Heckl, I. (2021). Accessibility, usability, and security evaluation of Hungarian government websites. *Universal Access in the Information Society*, 20(1), 139–156. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00716-9>
- Das, M., Gergle, D. & Piper, A. M. (2019). “It doesn’t win you friends”: Understanding Accessibility in Collaborative Writing for People with Vision Impairments. Teoksessa A. Lampinen, D. Gergle & D. A. Shamma (toim.), *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* (s. 1–26). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3359293>
- Datareportal. (julkaisuaika tuntematon). *DIGITAL AROUND THE WORLD*. Haettu 7.3.2023 osoitteesta

<https://web.archive.org/web/20230220214405/https://datareportal.com/global-digital-overview> (20.2.2023 versio)

Euroopan komissio. (julkaisuaika tuntematon). *Web Accessibility*. Haettu 3.3.2021 osoitteesta <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/web-accessibility>

Ferri, D. & Favalli, S. (2018). Web Accessibility for People with Disabilities in the European Union: Paving the Road to Social Inclusion. *Societies* 2018, 8(2), 40. <https://doi.org/10.3390/soc8020040>

Gilbert, R. M. (2019). *Inclusive Design for a Digital World: Designing with Accessibility in Mind*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5016-7>

Gonçalves, R., Rocha, T., Martins, J. & Branco, F. (2017). Evaluation of e-commerce websites accessibility and usability: an e-commerce platform analysis with the inclusion of blind users. *Universal Access in the Information Society*, 17(3), 567–583. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0557-5>

Google. (2023). *Manage warnings about unsafe sites*. Google Chrome Help. Haettu 7.3.2023 osoitteesta <https://web.archive.org/web/20230225092804/https://support.google.com/chrome/answer/99020?hl=en&co=GENIE.Platform%3DDesktop> (25.2.2023 versio)

Hayes, J., Kaushik, S., Price, C. E. & Wang, Y. (2019). Cooperative privacy and Security: Learning from People with Visual Impairments and Their Allies. Teoksessa H. Richter Lipford (toim.), *USENIX Symposium on Usable Privacy and Security (SOUPS) 2019* (s. 1–20). USENIX Association. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/3361476.3361478>

Lazar, J., Allen, A., Kleinman, J. & Malarkey, C. (2007). What frustrates screen reader users on the web: a study of 100 blind users. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 22(3), 247–269. <https://doi.org/10.1080/10447310709336964>

Loureiro, J. R., Cagnin, M. I. & Paiva, D. M. B. (2015). Analysis of Web Accessibility in Social Networking Services Through Blind Users' Perspective and an Accessible Prototype. Teoksessa O. Gervasi, B. Murgante, S. Misra, M. L. Gavrilova, A. M. A. C. Rocha, C. Torre, D. Taniar & B. O. Apduhan (toim.), *Computational Science and Its Applications -- ICCSA 2015* (s. 117–131). https://doi.org/10.1007/978-3-319-21413-9_9

Máñez-Carvajal, C., Cervera-Mérida, J. F., Fernández-Piqueras, R. (2021). Web accessibility evaluation of top-ranking university Web sites in Spain, Chile and Mexico. *Universal Access in the Information Society*, 20(1), 179–184. <https://doi.org/10.1007/s10209-019-00702-w>

Nogueira, T. C., Ferreira, D. J., Carvalho, S. T. & Berreta, L. O. (2017). Evaluating Responsive Web Design's Impact on Blind Users. *IEEE multimedia*, 24(2), 85–95. <https://doi.org/10.1109/MMUL.2017.21>

Näkövammaisten liitto. (9.3.2021). *Näkövammaisuus Suomessa*. Haettu 7.3.2023 osoitteesta <https://web.archive.org/web/20230209013527/https://www.nkl.fi/fi/nakovammaisuus-suomessa> (9.2.2023 versio)

- Renaud, K. (2021). Accessible Cyber Security: The Next Frontier?. Teoksessa P. Mori, G. Lenzini & S. Furnell (toim.), *Proceedings of the 7th International Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP 2021)* (s. 9–18). SCITEPRESS. <https://doi.org/10.5220/0010419500090018>
- Rodríguez Vázquez, S. (2015). Exploring Current Accessibility Challenges in the Multilingual Web for Visually-Impaired Users. Teoksessa A. Gangemi, S. Leonardi & A. Panconesi (toim.), *The 24th International World Wide Web Conference (WWW) 2015 Companion Volume* (s. 871–873). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2740908.2743010>
- Sharma, G. (2015). Web challenges faced by blind and vision impaired users in libraries of Delhi An Indian scenario. *The Electronic Library*, 33(2). <https://doi.org/10.1108/EL-03-2013-0043>
- The International Agency for the Prevention of Blindness. (2023). *Global Estimates of Vision Loss*. Haettu 7.3.2023 osoitteesta <https://web.archive.org/web/20230114124841/https://www.iapb.org/learn/vision-atlas/magnitude-and-projections/global/> (14.1.2023 versio)
- Tilastokeskus. (27.5.2022). *Väestömuutokset ja väkiluku, 1749–2021*. Tilastokeskuksen maksuttomat tilastotietokannat. Haettu 7.3.2023 osoitteesta https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_kuol/statfin_kuol_pxt_12at.px/
- Vision Australia. (23.8.2019). *Global facts on blindness and low vision*. Haettu 7.3.2023 osoitteesta <https://visionaustralia.org/news/2019-08-23/global-facts-blindness-and-low-vision>
- Voykinska, V., Azenkot, S., Wu, S. & Leshed, G. (2016). How Blind People Interact with Visual Content on Seocial Networking Services. Teoksessa D. Gergle, M. Ringer Morris, P. Bjørn & J. Konstan (toim.), *CSCW '16: Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing* (s. 1584–1595). Association for Computing Machinery. <http://dx.doi.org/10.1145/2818048.2820013>
- W3C. (2018). *Accessibility*. Haettu 6.3.2023 osoitteesta <https://web.archive.org/web/20230223164026/https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility> (23.2.2023 versio)
- Wentz, B., Pham, D. & Tressler, K. (2017). Exploring the accessibility of banking and finance systems for blind users. *First Monday*, 22(3). <https://doi.org/10.5210/fm.v22i3.7036>
- Worldometer. (julkaisuaika tuntematon). *World Population Projections*. Haettu 7.3.2023 osoitteesta <https://web.archive.org/web/20230225024618/https://www.worldometers.info/world-population/world-population-projections/> (25.2.2023 versio)
- Yoon, K., Dols, R., Hulscher, L. & Newberry, T. (2016). An exploratory study of library website accessibility for visually impaired users. *Library & Information Science Research*, 38(3), 250–258. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2016.08.006>

- Zhang, D., Zhou, L., Uchidiuno, J. O. & Kilic, I. Y. (2017). Personalized Assistive Web for Improving Mobile Web Browsing and Accessibility for Visually Impaired Users. *ACM Transactions on Accessible Computing*, 10(2), 1–22. <http://dx.doi.org/10.1145/3053733>
- Zitkus, E., Brigatto, A. C., Ferrari, A. L. M. & Bonfim, G. H. C. (2016). Accessibility and Usability of Websites Intended for People with Disabilities: A Preliminary Study. Teoksessa A. Marcus (toim.), *Design, User Experience, and Usability: Novel User Experiences* (s. 678–688). https://doi.org/10.1007/978-3-319-40355-7_66